

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1998/99

Ogos/September 1998

ZCE 331/4, ZCE 431/4 - Biofizik Sinaran

Masa: [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA soalan sahaja. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Berikan takrifan bagi keradioaktifan. (10/100)
- (b) Bincangkan proses-proses reputan melalui:
 - (i) pancaran β^+
 - (ii) tawanan elektron
 - (iii) elektron Auger (30/100)
- (c) Sumber $^{90}_{38}\text{Sr}$ dengan aktiviti awal $20\mu\text{Ci}$ mereput dengan setengah hayat 28.1 tahun ke $^{90}_{39}\text{Y}$. $^{90}_{39}\text{Y}$ juga mereput ke zirconium (Zr) yang stabil dengan $t_{1/2} = 64$ jam.
 - (i) Hitungkan masa untuk aktiviti anak nuklidnya menjadi maksimum.
 - (ii) Hitungkan nisbah aktiviti Y dan Sr pada keseimbangan transien. Nyatakan jenis keseimbangan ini.
 - (iii) Hitungkan bilangan atom Zr yang dihasilkan pada $t = 120$ hari.

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

(60/100)

...2/-

2. (a) Bincangkan secara ringkas proses fotoelektrik, Compton dan penghasilan pasangan. (25/100)
- (b) Dengan menggunakan keabadian tenaga dan momentum tunjukkan bahawa proses fotoelektrik tidak boleh berlaku dengan elektron bebas. (25/100)
- (c) 10^{10} foton yang bertenaga 2 MeV menghentam secara bertegak lurus suatu lapisan kuprum. Katakan ketebalannya 10 mm dan ketumpatannya 8960 kg m^{-3} . Tentukan bilangan saling tindakan bagi fotoelektrik, Compton dan penghasilan pasangan yang berlaku dalam kuprum. (25/100)
- (d) Nyatakan perbezaan di antara pekali pengecilan jisim dan kuasa penghenti jisim. Hitungkan kebarangkalian untuk:
- (i) satu zarah bercas mencapai panjang lintasan yang dua kali julatnya dan bagi
- (ii) satu foton mencapai panjang lintasan yang dua kali lintasan bebas purata. (25/100)
3. (a) Berikan maksud kerma, dedahan dan dos serapan. (20/100)
- (b) Terbitkan perhubungan antara fluens dengan dos serapan. Nyatakan anggapan-anggapan yang digunakan. (20/100)
- (c) Fluens foton pada suatu titik P ialah $10^{15} \text{ foton m}^{-2}$. Tenaga fotonnya 1.25 MeV.
- (i) Tentukan tenaga fluens, dedahan dan dos serapan dalam udara pada titik P.
- (ii) Juga hitungkan bilangan pasangan ion yang dihasilkan apabila dedahan itu dibaca dari kebuk pengionan (ion chamber) yang mengandungi 0.6 cc udara.
- (Anggapkan ketumpatan udara pada STP ialah 1.293 kg m^{-3}).

...3/-

- (iii) Katakan dosimeter memenuhi syarat Bragg-Gray, hitungkan dos dalam dinding yang dibina dari polystyrene.

Cas elektron $e = 1.6022 \times 10^{-19} \text{ C}$.

(60/100)

4. (a) Huraikan secara ringkas suatu pengesan sintilasi bermula dari ketika sinaran dikesan sehingga isyarat output keluar ke pre-amplifier. (30/100)
- (b) Berikan maksud resolusi tenaga bagi suatu pengesan sinaran. Mengapakah resolusi tenaga bagi pengesan Ge(Li) lebih baik daripada resolusi tenaga bagi pengesan NaI(Tl). (20/100)
- (c) Katakan sinar gama mempunyai tenaga 3.2 MeV. Lakarkan spektrum tenaga yang diperolehi menggunakan pengesan NaI(Tl).
Labelkan setiap puncak yang boleh dicerap dan nyatakan tenaga mereka. Bagi puncak yang perlu anda perolehi melalui perhitungan, tunjukkan langkah perhitungan anda. (30/100)
- (d) Dalam pembilang kekadaran tanpa jendela, tinggi denyutan output dari zarah α bertambah dengan bertambahnya tenaga zarah α tetapi bagi zarah β perkara sebaliknya berlaku. Berikan sebab-sebabnya. (20/100)
5. (a) Bincangkan tindakbalas yang berlaku dalam radiolisis air. Dalam perbincangan anda, senaraikan spesies-spesies hasil sinaran yang utama dengan menyatakan secara jelas yang mana reaktif dan yang mana agak lengai. (30/100)
- (b) Huraikan secara ringkas dosimeter Fricke dengan penumpuan terhadap kimia sinarannya. (20/100)

...4/-

(c) Takrifkan

- (i) RBE
- (ii) OER

(20/100)

(d) Terangkan mod kematian yang dinyatakan di bawah berikutan dos sinaran seluruh badan.

- (i) sindrom gastro-usus
- (ii) sindrom sumsum tulang

(30/100)

6. (a) Bincangkan dua jenis saling tindakan antara neutron dengan jirim.

(30/100)

(b) (i) Terangkan kaedah pengesanan neutron melalui pengaktifan dengan menerangkan semua maklumat yang boleh diperolehi dari pengesanan tersebut.

(40/100)

(ii) Satu gram perak (Ag) tulen yang terdiri dari 51.8% ^{107}Ag dan 48.7% ^{109}Ag dihentam menggunakan fluks neutron terma sebanyak $5 \times 10^{12} \text{ n/s/cm}^2$ untuk 28 hari. Keratan rentas terma untuk tindakbalas $^{109}\text{Ag}(n,\gamma)^{110}\text{Ag}$ ialah 110 barn. Hitung keaktifan ^{110}Ag yang terhasil selepas 28 hari. Nyatakan anggapan yang digunakan.

(30/100)

Nota: 1 barn = 10^{-28} m^2

Pemalar Avogadro = $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

...5/-

$$\begin{aligned}
 1 \text{ kg} &= 5.6095 \times 10^{29} \text{ MeV} \\
 1 \text{ amu} &= 931.50 \text{ MeV} \\
 \text{Electron rest mass} &= 0.51100 \text{ MeV} \\
 \text{Proton rest mass} &= 938.26 \text{ MeV} \\
 \text{Neutron rest mass} &= 939.55 \text{ MeV} \\
 1 \text{ electron volt (eV)} &= 1.6022 \times 10^{-19} \text{ J} \\
 &= 1.6022 \times 10^{-12} \text{ erg} \\
 1 \text{ joule (J)} &= 10^7 \text{ erg} \\
 1 \text{ coulomb (C)} &= 2.9979 \times 10^9 \text{ esu} \\
 1 \text{ gray (Gy)} &= 1 \text{ J/kg} = 10^2 \text{ rad} = 10^4 \text{ erg/g} \\
 1 \text{ sievert (Sv)} &= 1 \text{ J/kg}
 \end{aligned}$$

Energy-wavelength conversion:

$$\begin{aligned}
 &1.23985 \times 10^{-6} \text{ eV m} \\
 &12.3985 \text{ keV } \text{\AA}
 \end{aligned}$$

Exposure conversion:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ roentgen (R)} &= 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg} \\
 1 \text{ C/kg} &= 3876 \text{ R}
 \end{aligned}$$

TABLE A-4g RADIOLOGICAL PROPERTIES OF COPPER

TABLE A-4g RADIOLOGICAL PROPERTIES OF COPPER										
Z=29		$\rho = 8960 \text{ kg/m}^3$			$2.749 \times 10^{26} \text{ elect./kg}$ $9.478 \times 10^{24} \text{ atom/kg}$			A=63.540		
Photon energy	Basic Coefficients in				Interaction coef. in			Av. energy transferred or absorbed		Stopping power \bar{S}
$h\nu$	$(10^{-24} \frac{\text{cm}^2}{\text{atom}}) \text{ or } (10^{-28} \frac{\text{m}^2}{\text{atom}})$				$[\text{cm}^2/\text{g}] \text{ (To get } [\text{m}^2/\text{kg}] \text{ divide by } 10)$			\bar{E}_{tr}	\bar{E}_{ab}	in $\frac{\text{MeV cm}^2}{\text{g}}$
	σ_{coh}	σ_{inc}	τ	κ	$(\frac{\mu}{\rho})$	$(\frac{\mu_{\text{tr}}}{\rho})$	$(\frac{\mu_{\text{ab}}}{\rho})$			\bar{S}^*
	coh.	incoh.	photo	pair						
[keV]								[keV]		
1.09	526.8	.7259	1036000		9824.	9815.		1.10		45.6
1.1	526.8	.7269	1199000		11370.	11360.		1.10		45.6
2	477.1	1.685	247400.		2349.	2344.		2.00		40.5
4	358.5	3.740	37410.		358.0	354.5		3.96		32.0
5	307.1	4.658	20090.		193.4	190.4		4.92		28.9
6	263.3	5.500	12030.		116.6	114.0		5.87		26.5
8.97	172.5	7.616	3809.		37.81	36.10		8.57		21.4
8.97	172.5	7.617	30300.		288.9	185.9		5.78		21.4
10	152.4	8.214	22970.		219.2	148.7		6.79		20.1
15	92.32	10.37	7785.		74.76	58.21	58.19	11.7		15.8
20	63.47	11.68	3497.		33.86	27.90	27.88	16.5		13.2
30	35.12	13.09	1091.		10.80	9.259	9.248	25.7		10.1
40	22.24	13.69	468.3		4.779	4.097	4.090	34.3		8.32
50	15.34	13.91	241.0		2.561	2.151	2.147	42.0		7.14
60	11.29	13.93	139.6		1.562	1.266	1.263	48.6		6.32
80	6.886	13.72	58.72		.7519	.5506	.5490	58.6	58.4	5.26
100	4.642	13.37	29.98		.4549	.2934	.2924	64.5	64.3	4.63
150	2.202	12.39	8.892		.2226	.1044	.1040	70.4	70.1	3.95
200	1.278	11.50	3.793		.1570	.0594	.0592	75.7	75.4	3.73
300	.5855	10.11	1.169		.1125	.0371	.0370	99.0	98.5	3.43
400	.3340	9.104	.5192		.0944	.0318	.0316	135.	134.	3.04
500	.2153	8.335	.2812		.0837	.0298	.0296	178.	177.	2.68
550	.1783	8.009	.2178		.0797	.0291	.0289	201.	200.	2.54
662	.1236	7.393	.1339		.0725	.0281	.0279	257.	254.	2.29
800	.0848	6.797	.0819		.0660	.0272	.0269	329.	326.	2.07
[MeV]								[MeV]		
1	.0544	6.116	.0470		.0589	.0260	.0257	.441	.436	1.88
1.25	.0349	5.473	.0315	.0009	.0525	.0248	.0244	.589	.580	1.73
1.5	.0242	4.976	.0226	.0414	.0480	.0237	.0233	.741	.727	1.64
2	.0136	4.248	.0135	.1598	.0420	.0223	.0217	1.06	1.03	1.54
3	.0061	3.343	.0074	.4393	.0360	.0211	.0204	1.76	1.70	1.45
4	.0034	2.789	.0050	.7031	.0332	.0211	.0200	2.54	2.42	1.42
5	.0022	2.409	.0037	.9345	.0317	.0214	.0201	3.37	3.17	1.40
6	.0015	2.129	.0030	1.107	.0307	.0217	.0202	4.25	3.94	1.39
8	.0009	1.742	.0021	1.447	.0303	.0230	.0208	6.08	5.51	1.38
10	.0005	1.483	.0016	1.783	.0310	.0248	.0220	8.01	7.09	1.39
15	.0002	1.098	.0011	2.281	.0320	.0276	.0232	12.9	10.9	1.39
20	.0001	.8912	.0008	2.717	.0341	.0305	.0246	17.9	14.4	1.41
30	.0001	.6415	.0005	3.268	.0371	.0345	.0255	27.9	20.7	1.43
40	.5098	.0004	3.620		.0391	.0371	.0255	37.9	26.1	1.44
50	.4255	.0003	3.918		.0412	.0395	.0254	48.0	30.8	1.46
60	.3667	.0002	4.107		.0424	.0410	.0248	58.0	35.1	1.47
80	.2892	.0002	4.422		.0447	.0435	.0237	78.0	42.5	1.48
100	.2400	.0001	4.684		.0467	.0458	.0227	98.0	48.7	1.50

*Av. Stopping Power in $[\text{MeV cm}^2 \text{ g}^{-1}]$ for the spectrum of electrons produced in the medium by photons of energy $h\nu$

Photon Energy (MeV)	Air			Water			ICRU Compact Bone			ICRU Striated Muscle			(m ² kg ⁻¹)
	μ/ρ	μ_{tr}/ρ	μ_{en}/ρ	μ/ρ	μ_{tr}/ρ	μ_{en}/ρ	μ/ρ	μ_{tr}/ρ	μ_{en}/ρ	μ/ρ	μ_{tr}/ρ	μ_{en}/ρ	
0.01	5.04	4.61	4.61	5.21	4.79	4.79	20.3	19.2	19.2	5.30	4.87	4.87	
0.015	1.56	1.27	1.27	1.60	1.28	1.28	6.32	5.84	5.84	1.64	1.32	1.32	
0.02	0.758	0.511	0.511	0.778	0.512	0.512	2.79	2.46	2.46	0.796	0.533	0.533	
0.03	0.350	0.148	0.148	0.371	0.149	0.149	0.962	0.720	0.720	0.375	0.154	0.154	
0.04	0.248	0.0668	0.0668	0.267	0.0677	0.0677	0.511	0.304	0.304	0.267	0.0701	0.0701	
0.05	0.206	0.0406	0.0406	0.225	0.0418	0.0418	0.346	0.161	0.161	0.224	0.0431	0.0431	
0.06	0.187	0.0305	0.0305	0.205	0.0320	0.0320	0.273	0.0998	0.0998	0.204	0.0328	0.0328	
0.08	0.167	0.0243	0.0243	0.185	0.0262	0.0262	0.209	0.0537	0.0537	0.183	0.0264	0.0264	
0.10	0.155	0.0234	0.0234	0.171	0.0256	0.0256	0.181	0.0387	0.0387	0.170	0.0256	0.0256	
0.15	0.136	0.0250	0.0250	0.151	0.0277	0.0277	0.150	0.0305	0.0305	0.150	0.0275	0.0275	
0.2	0.124	0.0268	0.0268	0.137	0.0297	0.0297	0.133	0.0301	0.0301	0.136	0.0294	0.0294	
0.3	0.107	0.0287	0.0287	0.119	0.0319	0.0319	0.114	0.0310	0.0310	0.118	0.0317	0.0317	
0.4	0.0954	0.0295	0.0295	0.106	0.0328	0.0328	0.102	0.0315	0.0315	0.105	0.0325	0.0325	
0.5	0.0868	0.0297	0.0296	0.0966	0.0330	0.0330	0.0926	0.0317	0.0317	0.0958	0.0328	0.0328	
0.6	0.0804	0.0296	0.0295	0.0894	0.0329	0.0329	0.0856	0.0315	0.0314	0.0886	0.0326	0.0325	
0.8	0.0706	0.0289	0.0289	0.0785	0.0321	0.0321	0.0751	0.0307	0.0306	0.0778	0.0318	0.0318	
1.0	0.0635	0.0280	0.0278	0.0706	0.0311	0.0309	0.0675	0.0297	0.0295	0.0699	0.0308	0.0306	
1.5	0.0517	0.0256	0.0254	0.0575	0.0284	0.0282	0.0549	0.0272	0.0270	0.0570	0.0282	0.0280	
2	0.0444	0.0236	0.0234	0.0493	0.0262	0.0260	0.0472	0.0251	0.0249	0.0489	0.0259	0.0257	
3	0.0358	0.0207	0.0205	0.0396	0.0229	0.0227	0.0382	0.0221	0.0219	0.0392	0.0227	0.0225	
4	0.0308	0.0189	0.0186	0.0340	0.0209	0.0206	0.0331	0.0204	0.0200	0.0337	0.0207	0.0204	
5	0.0276	0.0178	0.0174	0.0303	0.0195	0.0191	0.0297	0.0192	0.0187	0.0300	0.0193	0.0189	
6	0.0252	0.0168	0.0164	0.0277	0.0185	0.0180	0.0274	0.0184	0.0178	0.0274	0.0183	0.0178	
8	0.0223	0.0157	0.0152	0.0243	0.0170	0.0166	0.0244	0.0173	0.0167	0.0240	0.0169	0.0164	
10	0.0205	0.0151	0.0145	0.0222	0.0162	0.0157	0.0226	0.0168	0.0159	0.0219	0.0160	0.0155	

Air (Dry)

ENERGY	STOPPING POWER		TOTAL	CSDA RANGE	RADIATION YIELD	DENS. EFF. CORR. (DELTA)
MeV	MeV cm ² /g	MeV cm ² /g	MeV cm ² /g	g/cm ²		
0.0100	1.975E+01	3.897E-03	1.976E+01	2.883E-04	1.082E-04	0.0
0.0125	1.663E+01	3.921E-03	1.663E+01	4.269E-04	1.299E-04	0.0
0.0150	1.445E+01	3.937E-03	1.445E+01	5.886E-04	1.506E-04	0.0
0.0175	1.283E+01	3.946E-03	1.283E+01	7.726E-04	1.706E-04	0.0
0.0200	1.157E+01	3.954E-03	1.158E+01	9.781E-04	1.898E-04	0.0
0.0250	9.753E+00	3.966E-03	9.757E+00	1.451E-03	2.267E-04	0.0
0.0300	8.492E+00	3.976E-03	8.496E+00	2.001E-03	2.618E-04	0.0
0.0350	7.563E+00	3.986E-03	7.567E+00	2.626E-03	2.955E-04	0.0
0.0400	6.848E+00	3.998E-03	6.852E+00	3.322E-03	3.280E-04	0.0
0.0450	6.281E+00	4.011E-03	6.285E+00	4.085E-03	3.594E-04	0.0
0.0500	5.819E+00	4.025E-03	5.823E+00	4.912E-03	3.900E-04	0.0
0.0550	5.435E+00	4.040E-03	5.439E+00	5.801E-03	4.197E-04	0.0
0.0600	5.111E+00	4.057E-03	5.115E+00	6.750E-03	4.488E-04	0.0
0.0700	4.593E+00	4.093E-03	4.597E+00	8.817E-03	5.049E-04	0.0
0.0800	4.198E+00	4.133E-03	4.202E+00	1.110E-02	5.590E-04	0.0
0.0900	3.886E+00	4.175E-03	3.890E+00	1.357E-02	6.112E-04	0.0
0.1000	3.633E+00	4.222E-03	3.637E+00	1.623E-02	6.618E-04	0.0
0.1250	3.172E+00	4.348E-03	3.177E+00	2.362E-02	7.826E-04	0.0
0.1500	2.861E+00	4.485E-03	2.865E+00	3.193E-02	8.968E-04	0.0
0.1750	2.637E+00	4.633E-03	2.642E+00	4.103E-02	1.006E-03	0.0
0.2000	2.470E+00	4.789E-03	2.474E+00	5.082E-02	1.111E-03	0.0
0.2500	2.236E+00	5.126E-03	2.242E+00	7.212E-02	1.311E-03	0.0
0.3000	2.084E+00	5.495E-03	2.089E+00	9.527E-02	1.502E-03	0.0
0.3500	1.978E+00	5.890E-03	1.984E+00	1.199E-01	1.688E-03	0.0
0.4000	1.902E+00	6.311E-03	1.908E+00	1.456E-01	1.869E-03	0.0
0.4500	1.845E+00	6.757E-03	1.852E+00	1.722E-01	2.048E-03	0.0
0.5000	1.802E+00	7.223E-03	1.809E+00	1.995E-01	2.225E-03	0.0
0.5500	1.769E+00	7.708E-03	1.776E+00	2.274E-01	2.401E-03	0.0
0.6000	1.743E+00	8.210E-03	1.751E+00	2.558E-01	2.577E-03	0.0
0.7000	1.706E+00	9.258E-03	1.715E+00	3.135E-01	2.929E-03	0.0
0.8000	1.683E+00	1.036E-02	1.694E+00	3.722E-01	3.283E-03	0.0
0.9000	1.669E+00	1.151E-02	1.681E+00	4.315E-01	3.638E-03	0.0
1.0000	1.661E+00	1.271E-02	1.674E+00	4.912E-01	3.997E-03	0.0
1.2500	1.655E+00	1.588E-02	1.671E+00	6.408E-01	4.906E-03	0.0
1.5000	1.661E+00	1.927E-02	1.680E+00	7.900E-01	5.836E-03	0.0
1.7500	1.672E+00	2.284E-02	1.694E+00	9.382E-01	6.784E-03	0.0
2.0000	1.684E+00	2.656E-02	1.711E+00	1.085E+00	7.748E-03	0.0
2.5000	1.712E+00	3.437E-02	1.747E+00	1.374E+00	9.716E-03	0.0
3.0000	1.740E+00	4.260E-02	1.783E+00	1.658E+00	1.173E-02	0.0
3.5000	1.766E+00	5.115E-02	1.817E+00	1.935E+00	1.377E-02	0.0
4.0000	1.790E+00	5.999E-02	1.850E+00	2.208E+00	1.583E-02	0.0
4.5000	1.812E+00	6.908E-02	1.882E+00	2.476E+00	1.792E-02	0.0
5.0000	1.833E+00	7.838E-02	1.911E+00	2.740E+00	2.001E-02	0.0
5.5000	1.852E+00	8.787E-02	1.940E+00	2.999E+00	2.211E-02	0.0
6.0000	1.870E+00	9.754E-02	1.968E+00	3.255E+00	2.422E-02	0.0
7.0000	1.902E+00	1.173E-01	2.020E+00	3.757E+00	2.845E-02	0.0
8.0000	1.931E+00	1.376E-01	2.068E+00	4.246E+00	3.269E-02	0.0
9.0000	1.956E+00	1.584E-01	2.115E+00	4.724E+00	3.692E-02	0.0
10.0000	1.979E+00	1.795E-01	2.159E+00	5.192E+00	4.113E-02	0.0
12.5000	2.029E+00	2.337E-01	2.262E+00	6.323E+00	5.156E-02	0.0
15.0000	2.069E+00	2.895E-01	2.359E+00	7.405E+00	6.181E-02	0.0
17.5000	2.104E+00	3.464E-01	2.451E+00	8.444E+00	7.185E-02	0.0
20.0000	2.134E+00	4.042E-01	2.539E+00	9.446E+00	8.167E-02	0.0
25.0000	2.185E+00	5.219E-01	2.707E+00	1.135E+01	1.006E-01	0.0
30.0000	2.226E+00	6.417E-01	2.868E+00	1.315E+01	1.186E-01	7.636E-03
35.0000	2.257E+00	7.630E-01	3.020E+00	1.485E+01	1.357E-01	5.984E-02
40.0000	2.282E+00	8.855E-01	3.167E+00	1.646E+01	1.520E-01	1.378E-01
45.0000	2.302E+00	1.009E+00	3.311E+00	1.801E+01	1.676E-01	2.266E-01
50.0000	2.319E+00	1.133E+00	3.452E+00	1.948E+01	1.825E-01	3.192E-01
55.0000	2.334E+00	1.258E+00	3.592E+00	2.090E+01	1.968E-01	4.120E-01
60.0000	2.347E+00	1.384E+00	3.731E+00	2.227E+01	2.104E-01	5.029E-01
70.0000	2.369E+00	1.637E+00	4.006E+00	2.486E+01	2.361E-01	6.762E-01
80.0000	2.387E+00	1.892E+00	4.279E+00	2.727E+01	2.598E-01	8.365E-01
90.0000	2.403E+00	2.148E+00	4.551E+00	2.954E+01	2.818E-01	9.842E-01

Polystyrene

ENERGY MeV	STOPPING POWER		TOTAL MeV cm ² /g	CSDA RANGE g/cm ²	RADIATION YIELD	DENS. EFF. CORR. (DELTA)
	COLLISION MeV cm ² /g	RADIATIVE MeV cm ² /g				
0.0100	2.223E+01	2.982E-03	2.224E+01	2.546E-04	7.406E-05	0.0 ^a
0.0125	1.868E+01	2.992E-03	1.869E+01	3.777E-04	8.869E-05	0.0
0.0150	1.621E+01	2.999E-03	1.621E+01	5.218E-04	1.027E-04	0.0
0.0175	1.437E+01	3.004E-03	1.438E+01	6.859E-04	1.162E-04	0.0
0.0200	1.296E+01	3.008E-03	1.296E+01	8.694E-04	1.292E-04	0.0
0.0250	1.091E+01	3.017E-03	1.091E+01	1.292E-03	1.543E-04	0.0
0.0300	9.485E+00	3.027E-03	9.488E+00	1.785E-03	1.782E-04	0.0
0.0350	8.440E+00	3.037E-03	8.443E+00	2.345E-03	2.013E-04	0.0
0.0400	7.637E+00	3.048E-03	7.640E+00	2.968E-03	2.235E-04	0.0
0.0450	7.000E+00	3.061E-03	7.003E+00	3.653E-03	2.452E-04	0.0
0.0500	6.481E+00	3.074E-03	6.484E+00	4.395E-03	2.662E-04	0.0
0.0550	6.051E+00	3.088E-03	6.054E+00	5.194E-03	2.867E-04	0.0
0.0600	5.688E+00	3.103E-03	5.691E+00	6.047E-03	3.068E-04	0.0
0.0700	5.108E+00	3.135E-03	5.111E+00	7.905E-03	3.458E-04	0.0
0.0800	4.666E+00	3.169E-03	4.669E+00	9.955E-03	3.834E-04	0.0
0.0900	4.317E+00	3.206E-03	4.320E+00	1.218E-02	4.197E-04	0.0
0.1000	4.034E+00	3.244E-03	4.038E+00	1.458E-02	4.550E-04	0.0
0.1250	3.520E+00	3.350E-03	3.523E+00	2.124E-02	5.396E-04	0.0
0.1500	3.172E+00	3.463E-03	3.176E+00	2.873E-02	6.199E-04	0.0
0.1750	2.923E+00	3.584E-03	2.926E+00	3.695E-02	6.967E-04	0.0
0.2000	2.735E+00	3.711E-03	2.739E+00	4.579E-02	7.709E-04	0.0
0.2500	2.475E+00	3.985E-03	2.479E+00	6.504E-02	9.131E-04	0.0
0.3000	2.305E+00	4.284E-03	2.309E+00	8.598E-02	1.050E-03	0.0
0.3500	2.187E+00	4.604E-03	2.192E+00	1.082E-01	1.182E-03	0.0
0.4000	2.101E+00	4.945E-03	2.106E+00	1.315E-01	1.312E-03	2.729E-03
0.4500	2.035E+00	5.304E-03	2.040E+00	1.557E-01	1.441E-03	2.688E-02
0.5000	1.984E+00	5.680E-03	1.990E+00	1.805E-01	1.570E-03	5.420E-02
0.5500	1.943E+00	6.071E-03	1.950E+00	2.059E-01	1.699E-03	8.383E-02
0.6000	1.911E+00	6.475E-03	1.918E+00	2.318E-01	1.827E-03	1.152E-01
0.7000	1.864E+00	7.322E-03	1.871E+00	2.846E-01	2.087E-03	1.810E-01
0.8000	1.832E+00	8.212E-03	1.840E+00	3.385E-01	2.349E-03	2.492E-01
0.9000	1.810E+00	9.142E-03	1.819E+00	3.932E-01	2.615E-03	3.179E-01
1.0000	1.794E+00	1.011E-02	1.804E+00	4.484E-01	2.885E-03	3.862E-01
1.2500	1.773E+00	1.267E-02	1.786E+00	5.878E-01	3.577E-03	5.515E-01
1.5000	1.766E+00	1.541E-02	1.781E+00	7.281E-01	4.293E-03	7.064E-01
1.7500	1.765E+00	1.830E-02	1.783E+00	8.684E-01	5.030E-03	8.501E-01
2.0000	1.768E+00	2.132E-02	1.789E+00	1.008E+00	5.788E-03	9.834E-01
2.5000	1.778E+00	2.766E-02	1.806E+00	1.287E+00	7.352E-03	1.222E+00
3.0000	1.791E+00	3.435E-02	1.825E+00	1.562E+00	8.970E-03	1.431E+00
3.5000	1.804E+00	4.132E-02	1.845E+00	1.835E+00	1.063E-02	1.616E+00
4.0000	1.816E+00	4.852E-02	1.865E+00	2.104E+00	1.233E-02	1.782E+00
4.5000	1.828E+00	5.593E-02	1.884E+00	2.371E+00	1.405E-02	1.932E+00
5.0000	1.839E+00	6.353E-02	1.902E+00	2.635E+00	1.580E-02	2.070E+00
5.5000	1.849E+00	7.129E-02	1.920E+00	2.897E+00	1.757E-02	2.197E+00
6.0000	1.859E+00	7.919E-02	1.938E+00	3.156E+00	1.936E-02	2.316E+00
7.0000	1.876E+00	9.539E-02	1.971E+00	3.667E+00	2.297E-02	2.531E+00
8.0000	1.891E+00	1.120E-01	2.003E+00	4.171E+00	2.662E-02	2.722E+00
9.0000	1.904E+00	1.290E-01	2.033E+00	4.666E+00	3.029E-02	2.896E+00
10.0000	1.916E+00	1.464E-01	2.062E+00	5.155E+00	3.399E-02	3.054E+00
12.5000	1.940E+00	1.909E-01	2.131E+00	6.347E+00	4.325E-02	3.403E+00
15.0000	1.960E+00	2.367E-01	2.196E+00	7.502E+00	5.249E-02	3.702E+00
17.5000	1.975E+00	2.835E-01	2.259E+00	8.625E+00	6.166E-02	3.963E+00
20.0000	1.989E+00	3.311E-01	2.320E+00	9.717E+00	7.072E-02	4.196E+00
25.0000	2.010E+00	4.282E-01	2.439E+00	1.182E+01	8.844E-02	4.596E+00
30.0000	2.027E+00	5.270E-01	2.554E+00	1.382E+01	1.056E-01	4.933E+00
35.0000	2.041E+00	6.271E-01	2.669E+00	1.574E+01	1.220E-01	5.223E+00
40.0000	2.053E+00	7.284E-01	2.782E+00	1.757E+01	1.378E-01	5.478E+00
45.0000	2.064E+00	8.306E-01	2.894E+00	1.933E+01	1.530E-01	5.704E+00
50.0000	2.073E+00	9.334E-01	3.006E+00	2.103E+01	1.676E-01	5.908E+00
55.0000	2.081E+00	1.037E+00	3.118E+00	2.266E+01	1.816E-01	6.093E+00
60.0000	2.089E+00	1.141E+00	3.230E+00	2.424E+01	1.951E-01	6.263E+00
70.0000	2.102E+00	1.351E+00	3.452E+00	2.723E+01	2.204E-01	6.565E+00
80.0000	2.113E+00	1.562E+00	3.675E+00	3.004E+01	2.439E-01	6.828E+00
90.0000	2.123E+00	1.774E+00	3.897E+00	3.268E+01	2.658E-01	7.060E+00